



COORDINAMENTO  
TECNICO  
INTERREGIONALE  
DELLA PREVENZIONE  
NEI LUOGHI DI LAVORO



Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di  
lavoro delle Regioni e delle Province autonome  
Gruppo Tematico Agenti Fisici

# Ultrasuoni: Normativa di riferimento e criteri di valutazione del rischio

Andrea Bogi

Azienda UsI Toscana Sud Est  
Laboratorio di Sanità Pubblica  
Sezione Agenti Fisici  
Centro LAT Acustica n.164  
Strada di Ruffolo,4 - 53100 Siena  
[andrea.bogi@uslsudest.toscana.it](mailto:andrea.bogi@uslsudest.toscana.it)



# Agenti fisici

## T.U. TITOLO VIII

- Rumore (capo II)
- Vibrazioni (capo III)
- Campi elettromagn.(statico/RF/M.O) (IV)
- Radiazioni Ottiche *artificiali* (capo V)
- **Ultrasuoni, Infrasuoni**
- Microclima
- Atmosfere iperbariche

l'art.28 impone la valutazione di “...*tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori...*”. In sostanza quindi, in tutti quei casi nei quali il processo lavorativo o la mansione comportino una significativa esposizione del lavoratore agli ultrasuoni, **si dovrà effettuare una valutazione dei rischi specifica** (da intendersi come processo finalizzato ad individuare le adeguate misure di prevenzione e a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza).

# D.M. 9 aprile 2008 n. 81

Una volta accertata la presenza del rischio si dovrà altresì adempiere agli obblighi previsti da

- art. 36 (Informazione ai lavoratori)
- art. 37 (Formazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti)
- art. 41 (sorveglianza sanitaria)

## ***Articolo 181***

### ***Valutazione dei rischi***

***in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi***

### ***Comma 3***

***Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali **misure di prevenzione e protezione** devono essere adottate***

# D.M. 9 aprile 2008 n. 81 Titolo VIII

## “Agenti Fisici”

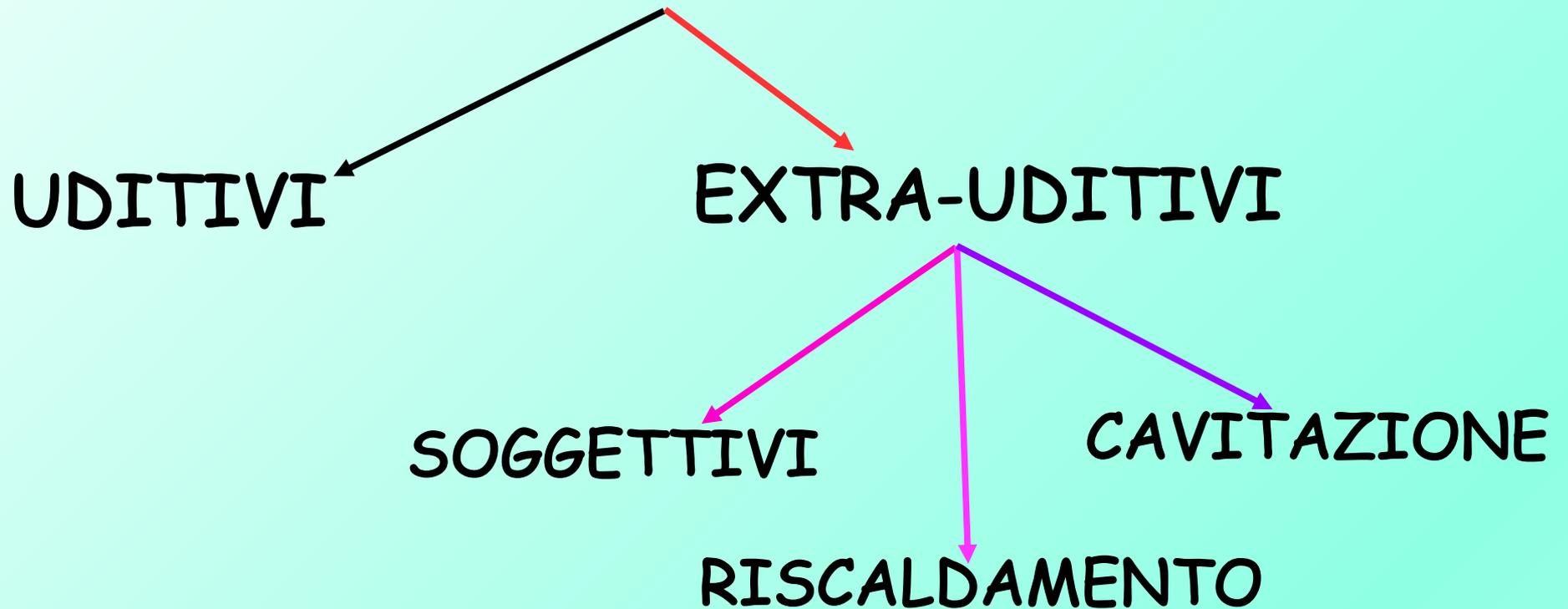
### **Articolo 182**

#### ***Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi***

Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici **sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.**

La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici si basa sui principi generali di prevenzione contenuti nel presente decreto.

# Effetti dell'esposizione



Anche se in Italia non vi sono limiti cogenti, si devono prevenire gli effetti avversi conosciuti

## C.3.1 Esistono limiti e/o valori di soglia raccomandati a a livello internazionale per gli US che si propagano in aria?

Criterio/ Organizzazione/ Nazione e anno	Massimi livelli ammissibili in bande di terzi di ottava (kHz)													
	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125
Giappone, 1971	90	90	90	90	90	110	110	110	110	110				
URSS, 1989					80	80 (90)	100	105	110	110	110	110	110	
Acton, 1975				75	75	75	110	110						
ACGIH, 2001			80	80	80	105	110	115	115	115				
<b>ACGIH, 2021 (c)</b>			105	105	105	105	110	115	115	115	115	115	115	
ACGIH, 2021			88	89	92	94								
Inghilterra, 1977				75						110				
Norvegia, 1978								120			120			120
Bulgaria, 1979				75	85	110	110	110	110	110	110	110	110	
Canada, 1980	80	80	80	80	80	80	110	110	110	110	110	110		
<b>Canada, 1991</b>					75	75	110	110	110	110				
Australia, 1981			75	75	75	75	110	110	110	110				
IRPA, 1981		80	80	80	80	80	110	110	110	110	110	110	110	
<b>IRPA, 1984</b>						75	110	110	110	110	110	110	110	
IRPA, 1984, (pop.)						70	100	100	100	100	100	100	100	
Svezia, 1992						105	115	115	115	115	115	115	115	115
Polonia, 2018			80	80	80	90	105	110	110					

# Esistono limiti di esposizione e/o valori soglia raccomandati a livello internazionale per gli ultrasuoni che si propagano in aria?

Frequency (kHz)	SPL (dB)
16	75
20	75
25	110
31.5	110
40	110
50	110

*Guidelines for the safe use of ultrasound: Part II - Industrial and commercial applications. Health Canada, 1991.*

## Limiti ACGIH per esposizione dei lavoratori

Frequenza centrale della banda di 1/3 di ottava (kHz)	Misurati in aria in dB Riferiti a 20 µPa; testa in aria	
	Valori Limite di soglia (Ceiling)	TWA (8 h)
10	105 <sup>(A)</sup>	88 <sup>(A)</sup>
12,5	105 <sup>(A)</sup>	89 <sup>(A)</sup>
16	105 <sup>(A)</sup>	92 <sup>(A)</sup>
20	105 <sup>(A)</sup>	94 <sup>(A)</sup>
25	110 <sup>(B)</sup>	-
31,5	115 <sup>(B)</sup>	-
40	115 <sup>(B)</sup>	-
50	115 <sup>(B)</sup>	-
63	115 <sup>(B)</sup>	-
80	115 <sup>(B)</sup>	-
100	115 <sup>(B)</sup>	-

*(B) Se solo propagazione in aria +30dB*

Frequenza centrale della banda in terzi d'ottava (kHz)	Esposizione e lavoratori SPL - Livello di pressione sonora (dB re: 20 µPa)	Esposizione popolazione SPL - Livello di pressione sonora (dB re: 20 µPa)
20	75	70
25	110	100
31,5	110	100
40	110	100
50	110	100
63	110	100
80	110	100
100	110	100

*Interim guidelines on limits of human exposure to airborne ultrasound. IRPA-INIRC, 1984.*

Modifica dei limiti di esposizione professionale per durata di esposizione non superiore a 4 ore al giorno	
Durata esposizione (h)	Correzione (dB)
2-4	+3
1-2	+6
0-1	+9

# I limiti IRPA-INIRC - 1984



Nella banda dei 20 kHz per livelli tra 75 dB e 105 dB  
è possibile la comparsa degli effetti soggettivi  
(criterio di Acton)

I limiti raccomandati dall'IRPA-INIRC sono stati  
stabiliti sulla base dei potenziali effetti soggettivi

Condizioni di validità:

- Esposizione in aria
- Assenza il contatto diretto con la sorgente

Si suppongono protettivi anche nei riguardi di  
effetti più rilevanti: assenza di innalzamento  
momentaneo della soglia uditiva

# I limiti ACGIH

2022

Guide to Occupational  
Exposure Values

Compiled by  
ACGIH®



ACGIH ha spinto i limiti di esposizione fino a livelli prossimi alla soglia di disturbi e/o disagi per i lavoratori.

Nella banda dei 20 kHz per livelli tra 75 dB e 105 dB è possibile la comparsa degli effetti soggettivi (criterio di Acton)

Nell'intervallo di frequenze tra 25 kHz e 100 kHz, testa in aria, un livello superiore a 145 dB anche per pochi secondi, porta ad un innalzamento temporaneo della soglia uditiva

Esposizioni anche brevi a livelli superiori a 105 dB a 20kHz portano ad un innalzamento temporaneo della soglia uditiva

# Linea guida ICNIRP 2024

## ICNIRP STATEMENT

VALIDITY OF THE 1984 INTERIM GUIDELINES ON  
AIRBORNE ULTRASOUND AND GAPS IN THE CURRENT  
KNOWLEDGE

*Il documento si limita a studiare la validità delle Linee Guida IRPA-INIRC 1984 alla luce dei nuovi studi*

# Linea guida ICNRIP 2024

Gli effetti biologici e i meccanismi di azione utilizzati come base per limitare l'esposizione agli ultrasuoni nell'aria nelle linee guida IRPA del 1984 rimangono rilevanti per la salute

Sebbene non esista un insieme specifico di limiti per ciascun risultato, i limiti coprono tutti gli effetti rilevanti e i potenziali meccanismi elencati nelle linee guida IRPA e nei riferimenti ivi citati.

i limiti di esposizione suggeriti dalle linee guida IRPA del 1984 non sono completamente giustificati dalle prove scientifiche attualmente disponibili, almeno per la protezione dell'intera popolazione dallo sviluppo di effetti aspecifici indotti dall'esposizione

# Linea guida ICNIRP 2024

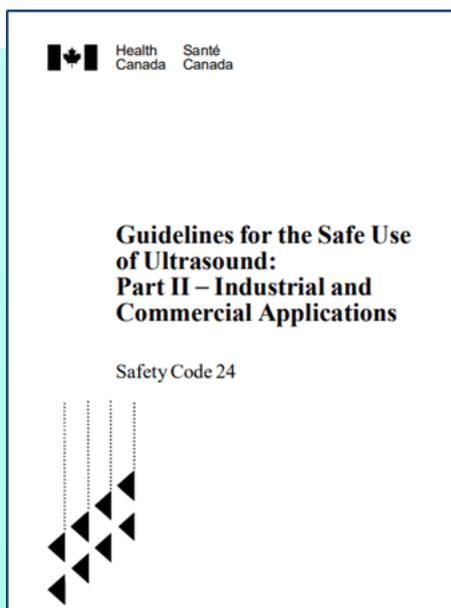
## ICNIRP STATEMENT

VALIDITY OF THE 1984 INTERIM GUIDELINES ON AIRBORNE ULTRASOUND AND GAPS IN THE CURRENT KNOWLEDGE

Sono confermati i valori limite (IRPA) contenuti nel documento del 1984

Sono necessari approfondimenti per verificare/stabilire meccanismi di azione e metriche da utilizzare per definire un sistema di limiti per prevenire gli effetti sulla salute

In un'ottica cautelativa si consiglia di fare riferimento in primo luogo all'impostazione delle LINEE GUIDA CANADESI che tra 20 e 50 kHz riportano limiti di esposizione per i lavoratori IDENTICI A QUELLI PREVISTI DALL'IRPA-INIRC, esplicitamente considerati come "ceiling values", valori massimi istantanei non superabili, senza nessun aumento dei limiti per le esposizioni di più breve durata, compresi quelli previsti per la popolazione per quanto riguarda i soggetti particolarmente sensibili e la definizione delle sorgenti giustificabili.



<b>Frequenza centrale della banda in terzi d'ottava (kHz)</b>	<b>Esposizione LAVORATORI SPL - Livello di pressione sonora (dB re: 20 μPa)</b>	<b>Esposizione POPOLAZIONE SPL - Livello di pressione sonora (dB re: 20 μPa)</b>
20	75	70
25	110	100
31,5	110	100
40	110	100
50	110	100
63	110	100
80	110	100
100	110	100

# *Osservazioni*

- Nella banda dei 20 kHz, per livelli tra 75 dB e 105 dB è possibile la comparsa degli effetti soggettivi (criterio di Acton)
- Esposizioni anche brevi a livelli superiori a 105 dB portano ad un innalzamento temporaneo della soglia uditiva.
- Nell'intervallo di frequenze tra 25 kHz e 100 kHz, testa in aria, un livello superiore a 145 dB anche per pochi secondi, porta ad un innalzamento momentaneo della soglia uditiva

**QUESTI LIMITI NON DEVONO ESSERE NECESSARIAMENTE RISPETTATI, MA IL LORO SUPERAMENTO IMPLICA LA NECESSITÀ DI ATTIVARE UN PROGRAMMA DI AZIONE PER PREVENIRE GLI EFFETTI AVVERSI CONOSCIUTI E RIPORTATI IN LETTERATURA!**

Quali limiti sono applicabili quando gli ultrasuoni si propagano per contatto con la sorgente?



Ogni volta che l'operatore impugna il manipolo emettitore di ultrasuoni, l'esposizione avviene per contatto.

In ambito sanitario la norma EN 60601-2-5 limita la densità di potenza verso la mano a  $100 \text{ mW/cm}^2$

# Quindi cosa bisogna fare?

In Italia **non ci sono limiti cogenti** per gli ultrasuoni ma all'aumentare del livello di esposizione bisogna **tutelare la salute e la sicurezza dei lavoratori e delle lavoratrici**

La metodica di valutazione descritta nelle FAQ e ripresa nel Portale Agenti Fisici è uno strumento utile alla tutela della salute e della sicurezza

# Esposizioni giustificabili



un'esposizione lavorativa "*giustificabile*" non deve dare luogo nel tempo ad alcuna situazione potenzialmente pericolosa.

considerando anche i soggetti particolarmente sensibili!

una condizione giustificabile non necessita dell'attuazione di specifiche misure di controllo e gestione del rischio

Limiti previsti dall'IRPA per la protezione della popolazione intesi come valori massimi istantanei non superabili

# Quando si devono attuare misure tecniche e/o organizzative

Articolo 181 comma 3 del D.Lgs. 81/08: il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali misure di prevenzione e protezione devono essere adottate tenendo conto anche dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio e di qualsiasi rischio dovuto a effetti indiretti

# Soggetti particolarmente sensibili

Articolo 183 del D.Lgs.81/08 (Lavoratori particolarmente sensibili), il datore di lavoro adatta le misure di cui all'articolo 182 (Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi) alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio.

Minori e donne in gravidanza

lavoratori che indossano protesi acustiche, lenti a contatto, pacemaker, soggetti ipoacusici e i giovani, presumibilmente a causa della maggiore acuità dell'udito ad alta frequenza

# Soggetti particolarmente sensibili

principali fattori che possono incrementare il rischio individuale per effetti sull'apparato uditivo

- Predisposizione individuale o familiare
- Età
- Patologie croniche del tipo diabete ed ipertensione
- Fumo
- Patologie pregresse a carico dell'organo dell'udito
- Uso di farmaci ototossici
- Esposizione a sostanze ototossiche
- Esposizione a vibrazioni

# D.M. 9 aprile 2008 n. 81 Titolo VIII

## “Agenti Fisici”

### **Articolo 182**

#### ***Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi***

Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici **sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.**

La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici si basa sui principi generali di prevenzione contenuti nel presente decreto.

# Gerarchia degli interventi



# Gerarchia degli interventi

- Chiusura completa della sorgente
- Schermatura verso gli operatori
- Zonizzazione del luogo di lavoro e controllo accessi
- DPI

# DPI per ultrasuoni

Allo stato attuale non esistono DPI certificati per US. Per quanto riguarda i DPI uditivi (DPI-u), questi non sono certificati per gli US in quanto gli standard di prodotto per i DPI uditivi prevedono prove fino a 8 kHz (Norme EN 352 e EN 13819)

Come evidenziato anche dalla letteratura scientifica i tradizionali DPI (inserti, cuffie o archetti) hanno generalmente nella banda tra 10 e 20 kHz un'attenuazione che varia tra i 20 ed i 40 dB, con un andamento dell'attenuazione crescente con la frequenza

## Analisi del comportamento dei dispositivi di protezione individuale uditivi nei confronti degli ultrasuoni in aria

Matteo Cavalli<sup>1</sup>, Raffaele Mariconte<sup>2</sup>, Fabio Lo Castro<sup>3</sup>, Diego Annesi<sup>4</sup>, Francesco Picciolo<sup>5</sup>, Andrea Bogi<sup>5</sup>



Fantoccio per  
test sul campo  
di attenuazione  
ad ultrasuoni

Sorgente: bagnetto ad ultrasuoni  
DPI: inserto auricolare  
Attenuazione (dB)

Dichiarata 8kHz	Misurata 40kHz
30,1 dB	55,1 dB
34,2 dB	48,5 dB

## Analisi del comportamento dei dispositivi di protezione individuale uditivi nei confronti degli ultrasuoni in aria

Matteo Cavalli<sup>1</sup>, Raffaele Mariconte<sup>2</sup>, Fabio Lo Castro<sup>3</sup>, Diego Annesi<sup>4</sup>, Francesco Picciolo<sup>5</sup>, Andrea Bogi<sup>5</sup>



Sorgente: bagnetto ad ultrasuoni  
DPI: inserto auricolare  
Attenuazione (dB)

dichiarata	Misurata			
8kHz	31,5kHz	40kHz	50kHz	63kHz
30,1	55,1	55	54,7	54,4

Fantoccio per  
test sul campo  
di attenuazione  
ad ultrasuoni

# Quali interventi alla sorgente o lungo il cammino di propagazione adottare ai fini della riduzione del rischio da ultrasuoni?

- possono essere attenuati mediante cabine o schermi realizzati con materiali di massa contenuta
- Le pareti interne dovrebbero essere fonoassorbenti
- Esempio: saldatrici con feritoie basse → attenuazione superiore a 20dB
- Esempio piccole lavatrici ultrasoniche inserite dentro cappe aspiranti
- Attenzione agli spifferi...

# Le misure sono sempre necessarie?

No. Con riferimento agli articoli 28 e 181 del D.Lgs. 81/08, il datore di lavoro valuta tutti i rischi derivanti da esposizione a US, ma questo non comporta necessariamente l'effettuazione di misurazioni.

Se si conoscono già le misure di prevenzione e protezione o se si conoscono le emissioni.

Possibili fonti d'informazione:

Manuale di uso e manutenzione

Procedure e banche dati sezione Ultrasuoni del PAF

Dati di letteratura

# Prima fonte di informazione: manuale d'uso e manutenzione (direttiva macchine)

*Possono essere immesse sul mercato ovvero messe in servizio unicamente le macchine che soddisfano le pertinenti disposizioni del presente decreto legislativo e non pregiudicano la sicurezza e la salute delle persone*

# Manuale d'uso

Riportare i requisiti di sicurezza di cui alla valutazione del rischio e in particolare dovrebbe includere:

- la frequenza di lavoro;
- principio di funzionamento (applicazione degli US in aria, nei liquidi, a contatto);
- le istruzioni per la messa in servizio, l'utilizzo in sicurezza della macchina e, le istruzioni per la formazione degli operatori
  - le istruzioni sulle misure di protezione, inclusi, se del caso, dispositivi di protezione individuale che devono essere forniti all'utilizzatore;
  - le caratteristiche essenziali degli utensili che possono essere montati sulla macchina;
  - le controindicazioni nell'uso della macchina che potrebbero presentarsi;

# Manuale d'uso

- la descrizione delle operazioni di regolazione e manutenzione che devono essere effettuate dall'utilizzatore nonché le misure di manutenzione ordinaria da rispettare;
- indicazioni per evitare interferenza con componenti elettronici quali ad esempio condensatori elettrolitici e batterie o dispositivi medici impiantabili attivi (adozione delle corrette procedure di impiego e distanze di sicurezza);
- indicazioni per evitare un uso improprio dell'apparato e, in particolare, un contatto diretto o indiretto attraverso un mezzo solido o liquido con la sorgente emettitrice di US quando attiva;
- informazioni sulla cartellonistica di rischio, unitamente all'indicazione delle misure di tutela da adottare;

# Criticità attuali dei manuali (non solo per gli ultrasuoni)

Le informazioni presenti sui manuali d'uso e manutenzione devono essere forniti **in conformità alle normative di prodotto applicabili.**

Le norme di prodotto definiscono:

- i requisiti minimi di sicurezza del prodotto
- quali parametri e frasi indicare nei manuali

Qualora non vi siano normative specifiche, le informazioni saranno fornite secondo **criteri individuati dal costruttore.**



## Criticità attuali dei manuali (non solo per gli ultrasuoni)

Fino ad oggi normalmente il **produttore autocertifica** la conformità alle direttive e leggi applicabili

Anche gli organismi certificatori si limitano a **verificare** la **rispondenza** dei manuali **alle norme specifiche** alle quali il **produttore** si dice **conforme**



# Chi può redigere la relazione tecnica?

Chi sia in grado di effettuare la valutazione del rischio da agenti fisici richiesta per la specifica attività lavorativa e di redigere una relazione tecnica completa ed esaustiva, secondo i requisiti generali del D.Lgs. 81/08 e quelli indicati nelle specifiche sezioni delle linee guida del Coordinamento Tecnico (FAQ Ultrasuoni).

Selezionato sulla base:

- del curriculum specifico nel settore
- del rispetto delle norme di buona prassi
- del prodotto finale: Relazione Tecnica e/o Documento di valutazione dei rischi

# D3: Relazione tecnica

- Obiettivo della valutazione
- Luogo e data, responsabili della valutazione
- Luogo/reparto di lavoro

## Descrizione generale

- Layout del luogo di lavoro
- Lista degli apparati in grado di emettere ultrasuoni

- Caratteristiche di emissione
- Eventuali standard applicabili
- Possibilità di giustificabilità

**Stima livello di  
emissioni del  
singolo apparato**

# D3: Relazione tecnica

## Modalità di utilizzo macchinario

- Informazioni da manuale di utilizzo
- Descrizione processo di lavoro
- Posizione addetto e altri lavoratori

## Valutazione rischio esposizione

- Informazioni da produttore
- Informazioni da PAF, buona prassi o altra fonte
- Eventuali fattori di incremento del rischio:  
ototossici, rumore, altro
- Misure di tutela da adottare

# D3: Relazione tecnica

## Se si eseguono misure

- Condizioni di utilizzo
- Strumentazione di misura
- Condizioni di misura (più sfavorevoli)

## Se si eseguono calcoli

- Software e/o algoritmi utilizzati
- Norme tecniche, buone prassi, linee guida o altra documentazione da cui sono tratti

## Risultati della relazione

- Tipologia di esposizione
- Incertezza associata nel confronto con i VLE
- Tempo di permanenza degli operatori
- Distanze di sicurezza

# Relazione tecnica

## Conclusioni

- Distanze di sicurezza
- Lavoratori esposti al rischio e livelli di rischio
- Condizioni di incremento del rischio per soggetti sensibili
- Interventi per il controllo e responsabili dell'attuazione
- Caratteristiche dei DPI-U
- Indicazione e delimitazione aree di superamento VLE
- Interventi per miglioramento degli standard di sicurezza
- Scadenza, periodicità della relazione

# D4: Documento di Valutazione del Rischio

Oltre a quanto riportato nella Relazione Tecnica

- data valutazione dell'esposizione
- figure aziendali che hanno partecipato;
- criteri utilizzati per la valutazione del rischio;
- eventuale giustificazione del datore di lavoro;
- elenco delle mansioni/gruppi omogenei a rischio;
- valutazione del rischio di effetti diretti e indiretti;
- valutazione eventuali lavoratori particolarmente sensibili;
- programma delle misure organizzative, tecniche e procedurali al fine di eliminare o ridurre il rischio con tempistica, delle modalità e delle figure aziendali preposte alla loro attuazione;

# D4: Documento di Valutazione del Rischio

Oltre a quanto riportato nella Relazione Tecnica

- valutazione dell'efficienza e dell'efficacia degli eventuali dispositivi di protezione collettivi e individuali;
- zonizzazione, delimitazione e segregazione delle aree, se pertinenti;
- nominativi di coloro che sono autorizzati ad accedere alle aree ad accesso regolamentato;
- indicazioni sull'eventuale necessità di sorveglianza sanitaria;
- data e firma di coloro che hanno partecipato alla valutazione

# Segnaletica rischio ultrasuoni, quale? Dove?



Serve ad evitare l'esposizione accidentale anche dei soggetti che potrebbero essere più sensibili  
Zone di superamento dei livelli  
per la popolazione generale

# Informazione, formazione e addestramento

i lavoratori devono essere sempre informati e formati in merito ai rischi generici presenti in azienda

Ogni qual volta la valutazione del rischio non può essere conclusa con la giustificazione si devono attivare l'informazione e la formazione

La formazione deve essere specifica e comprendere i possibili effetti avversi dell'esposizione:  
Effetti soggettivi, effetti sull'apparato uditivo...

# Ruolo del medico competente e sorveglianza sanitaria

Sorveglianza sanitaria (SS): insieme degli atti medici di prevenzione atti a verificare:

- Compatibilità tra la salute dei lavoratori e l'esposizione ad un agente di rischio
- Permanenza della condizione di salute
- Valutazione sull'efficacia delle misure di prevenzione intraprese



L'obbligo di attivare la sorveglianza sanitaria nei confronti dei lavoratori esposti ad US scaturisce dai risultati della valutazione del rischio-specifico.

# Ruolo del medico competente e sorveglianza sanitaria

La SS andrà attivata, anche su richiesta del lavoratore, quando i livelli di esposizione presenti nel luogo di lavoro sono tali, allo stato attuale delle conoscenze, da indurre effetti, tipicamente per l'apparato uditivo.



Necessità di impartire un'efficace informazione/formazione aziendale sugli effetti dell'esposizione ad US, per rendere consapevole il lavoratore delle condizioni di rischio residuo e di suscettibilità individuale.



# Ingredienti per la gestione del rischio



# Medico competente - protocolli

Qualora emergano potenziali rischi per l'apparato uditivo dovuti agli US, i protocolli sanitari potranno essere gli stessi adottati nel caso di esposizione al rumore.



Sarebbe auspicabile adattare i protocolli agli specifici effetti attesi dagli ultrasuoni.

# Per approfondimenti...



ULTRASUONI/INFRASUONI

## Ultrasuoni

- **Descrizione del rischio**
- **Sorgenti**
- **Effetti**



## Descrizione del Rischio

Gli ultrasuoni sono onde acustiche caratterizzate da frequenze superiori a 16 kHz e inferiori a 20 kHz.

Le onde acustiche sono onde meccaniche e pertanto richiedono che le particelle del mezzo vengano messe in oscillazione attorno a posizioni di equilibrio. La compressione e rarefazione del mezzo stesso (solido, liquido o gas) prodotta ha le caratteristiche di un'onda di pressione che la sua misura è il pascal (Pa), è pertanto una grandezza fisica rilevante.

Nei fluidi (liquidi e gas) l'onda acustica è longitudinale, in cui la posizione di equilibrio coincide con la direzione di propagazione. Anche onde trasversali, caratterizzate da una direzione di propagazione dell'onda.

Per quanto riguarda i tessuti che costituiscono il corpo umano, il rischio è essenzialmente nei tessuti duri quali le ossa, mentre nei tessuti molli il rischio è legato alla temperatura.



COORDINAMENTO  
TECNICO  
INTERREGIONALE  
DELLA PREVENZIONE  
NEI LUOGHI DI LAVORO

**Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei  
luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province  
autonome**  
Gruppo Tematico Agenti Fisici

**Indicazioni operative per la prevenzione del  
rischio da Agenti Fisici ai sensi del  
Decreto Legislativo 81/08**

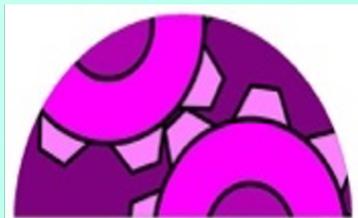
**Parte 7: ULTRASUONI**

# Grazie

Per rimanere aggiornati: Newsletter PAF

Per domande, dubbi, suggerimenti:

[info@portaleagentifisici.it](mailto:info@portaleagentifisici.it)



**COORDINAMENTO  
TECNICO  
INTERREGIONALE  
DELLA PREVENZIONE  
NEI LUOGHI DI LAVORO**

**Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di  
lavoro delle Regioni e delle Province autonome**  
Gruppo Tematico Agenti Fisici

